

Nagy példamegoldó sorozat 1.

Gázelegyek

1

1. CO és H₂ gázelegy égetése

- Egy szén-monoxid-hidrogénből gázelegy 20,0 cm³-ét feleslegben vett, azonos állapotú oxigénnel összekeverve meggyújtjuk, majd a vízgőz lecsapódása után megmérjük a gáztérfogatot: 15 cm³.
- Ezt tömény KOH-oldaton átvezetve a térfogat 12,0 cm³-re csökken.
- Milyen volt a kiindulási gázelegy térfogat%-os összetétele?
- Mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigéngázzal kevertük össze az elegyet?

2

Egyenletek és értelmezés

$\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$ $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$

- A tf. arányok egyben mólarányok!! (Avogadro-törvénye)
- Vízgőz lecsapódik!
- Mi van a 15 cm³ termék gázelegyben:
 - CO₂ és O₂
- KOH-os mosás: CO₂-t megköti, marad 12 cm³ O₂

$\text{CO}_2 + 2 \text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

- 3 cm³ a CO₂ Ugyanennyi: 3 cm³ volt a CO, a többi H₂
 - H₂=17 cm³
- Tehát 85tf% H₂ és 15 tf% CO

3

Mekkora a térfogata az oxigénnek?

- 3 cm³ CO-hoz, fele annyi O₂ kell =1,5 cm³ O₂
- 17 cm³ H₂-hez, fele annyi O₂ kell =8,5 cm³ O₂
- Összesen 10 cm³ oxigén kell
- Maradt 12 cm³
- 22 cm³ oxigénnel kevertük össze a gázelegyet

4

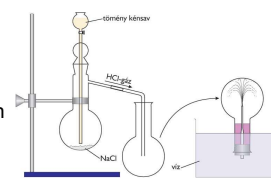
2. H₂ és Cl₂ reakciója

- Egy gázelegy hidrogént és klórt tartalmaz.
- Az elegyet *meggyújtva**,
 - reakció után a vízdékony komponenst elnyeleve,
 - a maradék száraz gáz – mely KI-oldaton átbuborékolgatva abban színváltozást nem okoz –
 - térfogata a kiindulási körülmények között mérve, az eredeti gázénak 20%-a.
- Számítsd ki a kiindulási elegy térfogat%-os összetételét

$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$

5

Értelmezés, megoldás



- A reakció után a vízben kiválóan oldódó HCl-gázt elnyeletjük
 - sósav szőkőkút
- Megpróbáljuk oxidálni a KI-oldatban lévő jodid-ion!
 - Nem megy.
 - Persze, mert nincs a rendszerben klór.
 - Vagyis H₂ maradt.
 - Az eredeti térfogat 20%-a.
- 80% az elreagáló klór és hidrogén
 - 1:1 mólarányban
- 40 tf% Cl₂, és 60 tf% H₂

~~$2\text{I}^-_{(\text{aq})} + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$~~

6

10 kg izzó szén + oxigén

- 10,00 kg izzó szénen forró oxigéngázt vezetünk át.
- A reakciótérből eltávozó gáz – mely oxigéngázt már nem tartalmaz -össztérfogata standard körülmények között mérve 1,000 m³, tömege 1,2245 kg.
- Milyen gázokból áll a gázelegy?
- Mi a térfogat%-os összetétele?
- Az izzó szén hány %-a oxidálódott?



7

Mennyi a gázelegy átlagos moláris tömege, és tf%-os összetétele?

$$1000 \text{ dm}^3 / 24,5 \Rightarrow 40,82 \text{ mol gázelegy}$$

$$\text{tömege } 1,2245 \text{ kg} = 1224,5 \text{ g}$$

$$1224,5 / 40,82 \approx 30 \text{ g 1 mol gázelegy}$$

$$\bar{M}_{\text{gázelegy}} = 30 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

- Ebből x mol CO és (1-x) mol CO₂

$$x \cdot 28 + (1 - x) \cdot 44 = 30$$

$$x = 87,5$$

$$87,5 \text{ tf\% CO és } 12,5 \text{ tf\% CO}_2$$

8

Hány % szén oxidálódott?

- Ahány mól a távozó gázelegy, annyi mól szén oxidálódott el a 10 kg-ból.
- 40,82 mol szén oxidálódott
- Mennyi volt?

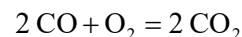
$$\frac{10000 \text{ g}}{12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 833,33 \text{ mol}$$

$$\frac{40,82}{833,33} \cdot 100 = 4,9\% - \text{a oxidálódott}$$

9

4. CO₂ + CO + O₂ gázelegy égetése

- Egy gázelegy szén-dioxidot, szén-monoxidot és oxigént tartalmaz,
 - melynek levegőre vonatkoztatott sűrűsége 1,3380.
- Ha a gázelegyet elégetjük, a reakció során képződő gázelegy
 - levegőre vonatkoztatott sűrűsége 1,40834-ra nő.
- Számítsd ki a kiindulási elegy tf%-os összetételét!



10

Átlagos moláris tömegek kiszámítása

$$\bar{M}_{\text{levegő}} = 29 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\rho_{\text{rel}} = 1,3380 \text{ azaz } \frac{\bar{M}_{\text{kiind. gázelegy}}}{\bar{M}_{\text{levegő}}} = 1,3380$$

$$\bar{M}_{\text{kiind. gázelegy}} = 38,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\rho_{\text{rel}} = 1,40834 \text{ azaz } \frac{\bar{M}_{\text{képz. gázelegy}}}{\bar{M}_{\text{levegő}}} = 1,40834$$

$$\bar{M}_{\text{képz. gázelegy}} = 40,84 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

11

Megállapítások

- A végtermék kétféle gázt tartalmaz:
 - CO₂ és O₂
- A kiindulási gázelegy három komponensű:
 - CO+ CO₂+O₂
- Egyszerűbb a végtermékek irányából indulni!**
- Az égetéskor miből van sztöchiometriailag több?
 - Melyik marad feleslegben, ha a reakcióegyenletben meghatározott mólszámoknak megfelelően elreagálnak?
- 1. eset:** Az oxigén marad a reakció végén feleslegben
 - Az összes CO elreagál
- 2. eset:** A CO marad a reakció végén feleslegben
 - Az összes O₂ elreagál

12

1. eset: Oxigén marad feleslegben

- Legyen 100 mol végtermékünk:
 - melyből x mol CO_2 és $(100-x)$ mol O_2
- Tudjuk a végtermék átlagos moláris tömegét: 40,82 g/mol
 - mivel „csak” kétkomponensű, rögtön ki tudjuk számolni az összetételét.

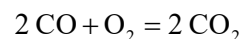
$$x \cdot 44 + (100 - x) \cdot 32 = 40,84 \cdot 100$$

$$x = 73,76 \text{ mol CO}_2 \text{ és } 26,33 \text{ mol O}_2$$

13

Készítsünk táblázatot

	CO	O ₂	CO ₂	Összesen
kiindulás	y	$26,33 + \frac{y}{2}$	$73,67 - y$	$\left(100 + \frac{y}{2}\right)$ mol
átalakulás	$-y$	$-\frac{y}{2}$	$+y$	
végtermék	0	26,33	73,67	100 mol



- Látható, hogy a reakció mólszámcsökkenéssel jár.

14

Írjunk egyenletet a kiindulási gázelegy átlagos moláris tömegére: 38,3 g/mol

	CO	O ₂	CO ₂	Összesen
kiindulás	y	$26,33 + \frac{y}{2}$	$73,67 - y$	$\left(100 + \frac{y}{2}\right)$ mol

$$28 \cdot y + \left(26,33 + \frac{y}{2}\right) \cdot 32 + (73,67 - y) \cdot 44 = \left(100 + \frac{y}{2}\right) \cdot 38,8$$

- Hibalehetőség, hogy a kiindulási gázelegyet is 100 molnak vesszük, és az átlagos moláris tömeget 100-zal szorozzuk be!

15

Eredmények

$$y = 10,52 \text{ mol CO}$$

$$\text{Tehát a kiindulási gázelegy : } 100 + \frac{10,52}{2} = 105,26 \text{ mol}$$

$$\frac{10,52}{105,26} \cdot 100 \approx 10 \text{ tf\% CO}$$

$$26,33 + \frac{10,52}{2} = 31,6 \text{ mol O}_2 = 30 \text{ tf\%}$$

$$73,67 - 10,52 = 63,15 \text{ mol CO}_2 = 60 \text{ tf\%}$$

16

2. eset: Szén-monoxid marad feleslegben

- Legyen 100 mol végtermékünk:
 - melyből x mol CO és $(100-x)$ mol CO_2
- Tudjuk a végtermék átlagos moláris tömegét: 40,82 g/mol
 - mivel „csak” kétkomponensű, rögtön ki tudjuk számolni az összetételét.

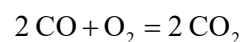
$$x \cdot 28 + (100 - x) \cdot 44 = 40,84 \cdot 100$$

$$x = 19,75 \text{ mol CO és } 80,25 \text{ mol CO}_2$$

17

Készítsünk táblázatot

	CO	O ₂	CO ₂	Összesen
kiindulás	$19,75 + 2y$	y	$80,25 - 2y$	$(100 + y)$ mol
átalakulás	$-2y$	$-y$	$+2y$	
végtermék	19,75	0	80,25	100 mol



- Látható, hogy a reakció mólszámcsökkenéssel jár.

18

Írjunk egyenletet a kiindulási gázelegy átlagos moláris tömegére: 38,3 g/mol

	CO	O ₂	CO ₂	Összesen
kiindulás	19,75 + 2y	y	80,25 - 2y	(100 + y) mol

$$(19,75 + 2y) \cdot 28 + y \cdot 32 + (80,25 - 2y) \cdot 44 = (100 + y) \cdot 38,8$$

- Hibalehetőség, hogy a kiindulási gázelegyet is 100 molnak vesszük, és az átlagos moláris tömeget 100-zal szorozzuk be!

19

Eredmények

$$y = 5,26 \text{ mol O}_2$$

Tehát a kiindulási gázelegy : 100 + 5,26 = 105,26 mol

$$\frac{5,26}{105,26} \cdot 100 \approx 5 \text{ tf\% O}_2$$

$$19,75 + 10,52 = 30,27 \text{ mol CO} = 28,76 \text{ tf\%}$$

$$80,25 - 10,52 = 69,73 \text{ mol CO}_2 = 66,25 \text{ tf\%}$$

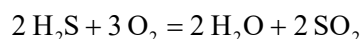
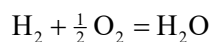
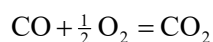
20

5. CO + H₂ + H₂S 50 cm³ - nek égetése

- Szén-monoxidot, hidrogént és dihidrogén-szulfidot tartalmazó gázelegy standard állapotú 50 cm³-ét vizsgáljuk.
- 500 cm³ azonos állapotú 20 tf% oxigént tartalmazó levegőt keverünk hozzá, és az éghető anyagokat *tökéletesen* elégetjük,
 - majd a reakció befejeztével és a víz lecsapódása után megmérjük a gáz térfogatát: 490 cm³-t mérünk a kiindulásival azonos hőmérsékleten és nyomáson.
- Ha ezt lúgoldaton vezetjük át,
 - a térfogat 470 cm³-re csökken.
- Határozzuk meg a kiindulási háromkomponensű gázelegy térfogat%-os összetételét
- és a vizsgált minta tömegét!

21

Egyenletek a tökéletes égésre



- Ha nem lenne elegendő oxigén, kénkiválás is történne:



- Ez biztos nem fordul elő, mert ha tiszta H₂S lenne a gáz, akkor is csak 75 cm³ oxigént fogyasztana a tökéletes égése, nekünk pedig 100 cm³ van. (500 cm³/5)

22

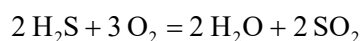
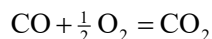
Mi marad az égések után?

- A nitrogénnel nem történik semmi, megmarad: 400 cm³
 - 490 cm³ a termék gázelegy, benne:
 - 90 cm³ a képződött égéstermékek: CO₂ + SO₂ + maradék O₂
- A lúgoldat megköti ... de mit?
 - CO₂ -t is és a SO₂-t is, összesen 20 cm³-t
$$2 \text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

$$2 \text{NaOH} + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
- Marad 70 cm³ : ez a feleslegben maradt O₂

23

Mekkora a kiindulási anyagok mennyisége?



- Ahány cm³ a CO₂, annyi cm³ a CO
- Ahány cm³ a SO₂, annyi cm³ a H₂S

- Együtt 20 cm³ CO₂ és SO₂ van, ugyanennyi a CO és H₂S együtt a kiindulási elegyben
- A többi tehát hidrogén: 30 cm³
- Vagyis van: 60 tf% H₂

24

Hogy oszlik meg a 20 cm³ a H₂S és a CO között?

- 100 cm³ O₂-ből 70 cm³ maradt, tehát
 - fogyott 30 cm³ O₂
- Az egyenletek alapján:

$\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$
$\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$
$2 \text{H}_2\text{S} + 3 \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{SO}_2$
- A 30 cm³ H₂-re 15 cm³ O₂ fogy.
 - Ahány cm³ a CO, fele cm³ a O₂
 - Ahány cm³ a H₂S, másfélszer annyi cm³ a O₂
- Tehát a 15 cm³ O₂ megoszlik a CO és a H₂S között a megfelelő mól/tf-arányban.
- Van tehát 20 cm³ CO + H₂S elegy
 - x cm³ CO és (20-x) cm³ H₂S
- Fogy rá O₂-ből összesen 15 cm³
 - x/2 cm³ és 1,5(20-x) cm³

25

Utolsó egyenlet

$$\frac{x}{2} + (20 - x)1,5 = 15$$

$$x = 15 \text{ cm}^3 \text{ CO} \quad \text{és} \quad 5 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{S}$$

- Végeredmény:
 - 15 cm³ CO = 30 tf%
 - 5 cm³ H₂S = 10 tf%
 - 30 cm³ H₂ = 60 tf%
- Tömege:

$$\frac{30(\text{cm}^3)}{24,5} \cdot 2 + \frac{15(\text{cm}^3)}{24,5} \cdot 28 + \frac{5(\text{cm}^3)}{24,5} \cdot 34 = 26,6 \text{ mg}$$

26